

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ ДВОЗАХВАТНИХ ПРИСТРОЇВ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ МЕТОДОМ РОЗСТАНОВКИ ПРІОРИТЕТІВ

*Павленко І.І., д.т.н., проф., Мажара В.А., к.т.н., доц.  
Кіровоградський національний технічний університет  
25006, м. Кіровоград, пр. Університетський, 8  
majara@ukr.net*

В статті наведено один з можливих методів аналізу доцільності використання двозахватних пристроїв промислових роботів, що використовуються для завантаження і розвантаження технологічного обладнання у складі роботизованих комплексів.

Ключові слова: двозахватний пристрій, промисловий робот, деталі.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ДВУХЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ МЕТОДОМ РАССТАНОВКИ ПРИОРИТЕТОВ

*Павленко І.І., д.т.н., проф., Мажара В.А., к.т.н., доц.  
Кіровоградський національний технічний університет  
25006, м. Кіровоград, пр. Університетський, 8  
majara@ukr.net*

В статье рассмотрен один из возможных методов анализа рациональных исполнений двухзахватных устройств промышленных роботов, которые могут использоваться для загрузки и разгрузки технологического оборудования в роботизированных комплексах.

Ключевые слова: двухзахватное устройство, промышленный робот, детали.

## RESEARCH OF VARIANTS DOUBLE-ENDED CHANGER OF INDUSTRIAL ROBOTS BY METHOD OF PLACING OF PRIORITIES

*Pavlenko I.I., Doc.Sci.(Tech.), Prof., Mazhara V.A., Cand.Sci.(Tech.), Assoc. Prof.  
Kirovograd National Technical University  
Universitetskiy Prosp., 8, Kirovograd, 25006  
majara@ukr.net*

One of possible methods of analysis of expedience of the use of double-ended changer of industrial robots which are used for a load and unloading of technological equipment in composition robotized complexes is resulted in the article.

Key words: double-ended changer of industrial robots, detail.

**Вступ.** Важливим елементом нової техніки є робото технологічні комплекси. На принципах їх будови та функціонування формуються більш складні технічні системи такі, як роботизовані лінії, гнучкі виробничі системи і т. ін. Роботизовані технологічні комплекси є складними технологічними системами, ефективність використання яких вимагає врахування багатьох конструктивних, технологічних та інших складових. Оскільки на РТК можуть оброблятися різні деталі, як за формою так і за габаритними розмірами (довгі, короткі тощо), тож використання у складі роботизованих комплексів для утримування певних деталей відповідних варіантів виконань двозахватних пристроїв є ефективним методом підвищення продуктивності праці зазначених комплексів.

**Аналіз літературних джерел.** Виконання досліджень по аналізу виконань двозахватних пристроїв промислових роботів веде до раціонального використання їх у складі роботизованих комплексів (РТК) при оперуванні з деталями відповідної форми. Як наслідок це призводить до підвищення продуктивності праці РТК.

Для оцінки різних виконань існує безліч методів, зокрема Павленком І.І. було запропоновано використання конструктивної, кінематичної та

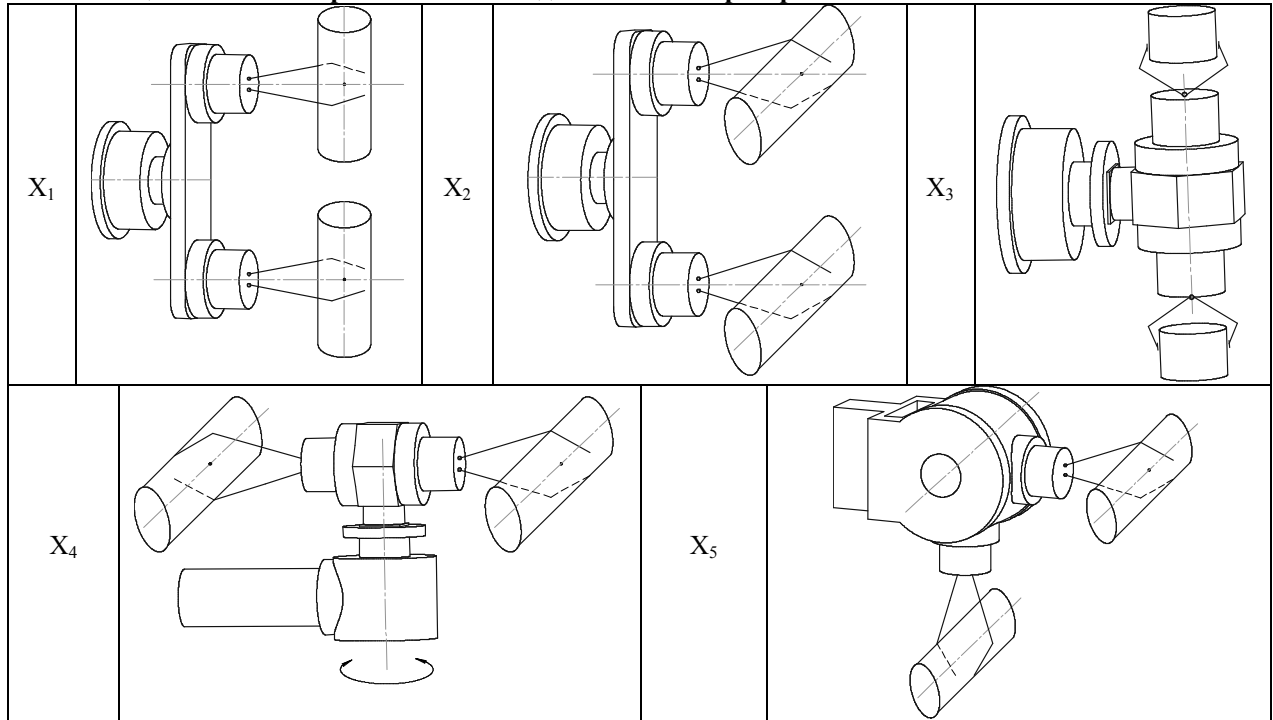
конструктивно-кінематичної структури [3, 4, 5]. Також існують методи для аналізу подібних проблем розглянуті Кузнецовим Ю.М. [2]. Це такі методи, як метод морфологічного аналізу, вибір раціональних структур на основі перетину нечітких множин тощо.

**Мета роботи.** Встановлення кращих виконань двозахватних пристроїв промислових роботів для роботи з “короткими” та “довгими” деталями в складі роботизованих технологічних комплексів.

**Матеріал і результати дослідження.** Одним з ефективних методів якісної оцінки варіантів у вигляді експертних оцінок, є метод розстановки пріоритетів, відомий як “задача про лідера” [1], який слугує для багатокритеріального, якісного аналізу на основі експертизи варіантів. Метод передбачає попарне порівняння по принципу “краще” (>), “гірше” (<), “рівно” (=) і спеціальний алгоритм обробки отриманих даних.

Для виконання послідовних досліджень було відібрано типові варіанти виконань двозахватних пристроїв (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Типові варіанти виконань двозахватних пристроїв



Першим етапом дослідження є побудова графа (рис. 1), на якому кожному з варіантів двозахватного пристрою ( $X_1, X_2, \dots, X_5$ ) відповідає вершина графа. Сам граф виражає результат попарного порівняння якісних характеристик пристроїв для певних умов. Якщо варіант  $X_i$  кращий за  $X_j$ , то на графі існує лінія зв'язку  $ij$ , рівним варіантам відповідають лінії  $ij$  і  $ji$ . Використовуючи думку та оцінки експертів побудуємо граф порівняння типових двозахватних пристроїв (табл. 1) при маніпулюванні з “короткими” деталями.

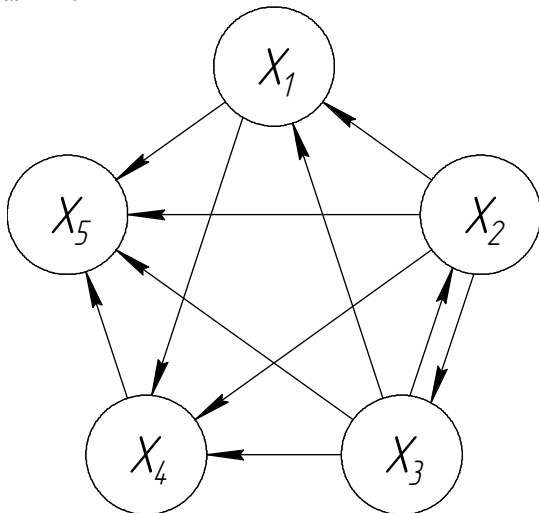


Рисунок 1 – Граф порівняння двозахватних пристроїв при роботі з “короткими” деталями.

На другому етапі вирішення даної задачі будується матриця  $A = \| a_{ij} \|$  та ведуться відповідні розрахунки.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

при цьому

$$a_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{якщо } X_i > X_j \\ 1, & \text{якщо } X_i = X_j \\ 0, & \text{якщо } X_i < X_j \end{cases}, \text{ де } i, j \in \overline{1, n}. \quad (2)$$

Вводиться поняття ітерованої “сили” порядку  $k$  пристрою  $X_i$ . Ітерована “сила” першого порядку захватного пристрою  $X_i$  позначається  $P_i(1)$  і визначається як сума балів, отриманих від експертів даним пристроєм, при цьому не враховується бали інших захватів:

$$P_i(1) = \sum_{j=1}^n a_{ij}. \quad (3)$$

Ітерована “сила” другого порядку розраховується з урахуванням балів інших захватних пристроїв:

$$P_i(2) = \sum_{j=1}^n a_{ij} P_j(1). \quad (4)$$

Позначимо через  $P_i^{\text{відн}}(k)$  нормовану ітеровану “силу”  $k$ -го порядку  $i$ -го захватного пристрою:

$$P_i^{\text{відн}}(k) = \frac{P_i(k)}{\sum_{i=1}^n P_i(k)}; \quad \sum_{i=1}^n P_i^{\text{відн}}(k) = 1. \quad (5)$$

Застосування даного методу, на відміну від простого підрахунку балів, дозволяє врахувати не прямі переваги порівнюваних об'єктів.

Розглянемо приклад розрахунку нормованої ітерованої “сили” двозахватних пристроїв (табл. 1). Результат аналізу графа (рис. 1) представимо системою рівнянь:

$$X_1 < X_2 \quad X_2 = X_3 \quad X_3 > X_4 \quad X_4 > X_5$$

$$X_1 < X_3 \quad X_2 > X_4 \quad X_3 > X_5$$

$$X_1 > X_4 \quad X_2 > X_5$$

$$X_1 > X_5$$

Таблиця 2 – Матриця суміжності аналізу двозахватних пристроїв при роботі з “короткими” деталями

i \ j	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	Σa <sub>ij</sub>	P <sub>i</sub> <sup>вдн</sup> (1)	P <sub>i</sub> (2)	P <sub>i</sub> <sup>вдн</sup> (2)	Місце
X <sub>1</sub>	1	0	0	2	2	5	0,2	13	0,149	III
X <sub>2</sub>	2	1	1	2	2	8	0,32	34	0,391	I
X <sub>3</sub>	2	1	1	2	2	8	0,32	34	0,391	I
X <sub>4</sub>	0	0	0	1	2	3	0,12	5	0,057	IV
X <sub>5</sub>	0	0	0	0	1	1	0,04	1	0,012	V
Σ						25	1,00	87	1,00	

Розрахунок по першій ітерації (Σa<sub>ij</sub>) наведено в таблиці 2.

Розрахунок по другій ітерації:

$$P_1(2) = 1 \cdot 5 + 0 \cdot 8 + 0 \cdot 8 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 13;$$

$$P_2(2) = 2 \cdot 5 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 8 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 34;$$

$$P_3(2) = 2 \cdot 5 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 8 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 34;$$

$$P_4(2) = 0 \cdot 5 + 0 \cdot 8 + 0 \cdot 8 + 1 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 5;$$

$$P_5(2) = 0 \cdot 5 + 0 \cdot 8 + 0 \cdot 8 + 0 \cdot 3 + 1 \cdot 1 = 1;$$

$$P_1^{\hat{a}^{\hat{a}i}}(2) = \frac{13}{87} = 0,149; \quad P_2^{\hat{a}^{\hat{a}i}}(2) = \frac{34}{87} = 0,391;$$

$$P_3^{\hat{a}^{\hat{a}i}}(2) = \frac{34}{87} = 0,391; \quad P_4^{\hat{a}^{\hat{a}i}}(2) = \frac{5}{87} = 0,057;$$

$$P_5^{\hat{a}^{\hat{a}i}}(2) = \frac{1}{87} = 0,012.$$

Таким чином можна зробити висновок, що при роботі з “короткими” деталями найбільш ефективно можна використовувати захватні пристрої другого і третього виконань.

Аналогічним чином можна провести аналіз двозахватних пристроїв, що використовуються при маніпулюванні з “довгими” деталями.

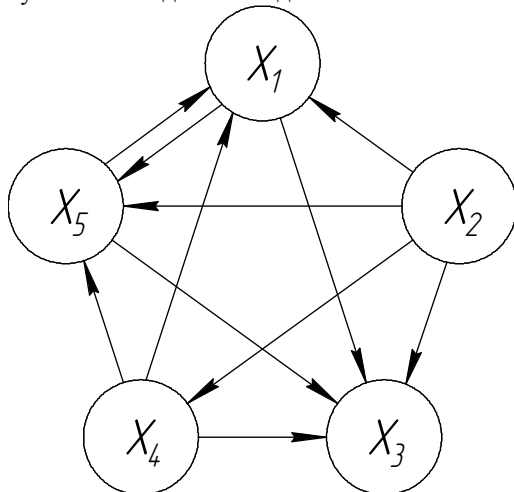


Рисунок 2 – Граф порівняння двозахватних пристроїв при роботі з “довгими” деталями.

Результат аналізу графа (рис. 2) представимо системою рівнянь.

$$X_1 < X_2 \quad X_2 > X_3 \quad X_3 < X_4 \quad X_4 > X_5$$

$$X_1 > X_3 \quad X_2 > X_4 \quad X_3 < X_5$$

$$X_1 < X_4 \quad X_2 > X_5$$

$$X_1 = X_5$$

Таблиця 3 – Матриця суміжності аналізу двозахватних пристроїв при роботі з “довгими” деталями

i \ j	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	Σa <sub>ij</sub>	P <sub>i</sub> <sup>вдн</sup> (1)	P <sub>i</sub> (2)	P <sub>i</sub> <sup>вдн</sup> (2)	Місце
X <sub>1</sub>	1	0	2	0	1	4	0,16	10	0,115	III
X <sub>2</sub>	2	1	2	2	2	9	0,36	41	0,471	I
X <sub>3</sub>	0	0	1	0	0	1	0,04	1	0,012	V
X <sub>4</sub>	2	0	2	1	2	7	0,28	25	0,287	II
X <sub>5</sub>	1	0	2	0	1	4	0,16	10	0,115	III
Σ						25	1,00	87	1,00	

Розрахунок по другій ітерації:

$$P_1(2) = 1 \cdot 4 + 0 \cdot 9 + 2 \cdot 1 + 0 \cdot 7 + 1 \cdot 4 = 10;$$

$$P_2(2) = 2 \cdot 4 + 1 \cdot 9 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 7 + 2 \cdot 4 = 41;$$

$$P_3(2) = 0 \cdot 4 + 0 \cdot 9 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 7 + 0 \cdot 4 = 1;$$

$$P_4(2) = 2 \cdot 4 + 0 \cdot 9 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 7 + 2 \cdot 4 = 25;$$

$$P_5(2) = 1 \cdot 4 + 0 \cdot 9 + 2 \cdot 1 + 0 \cdot 7 + 1 \cdot 4 = 10;$$

$$P_1^{\hat{a}^{\hat{a}i}}(2) = \frac{10}{87} = 0,115; \quad P_2^{\hat{a}^{\hat{a}i}}(2) = \frac{41}{87} = 0,471;$$

$$P_3^{\hat{a}^{\hat{a}i}}(2) = \frac{1}{87} = 0,012; \quad P_4^{\hat{a}^{\hat{a}i}}(2) = \frac{25}{87} = 0,287;$$

$$P_5^{\hat{a}^{\hat{a}i}}(2) = \frac{1}{87} = 0,115.$$

Таким чином робимо висновок, що при роботі з “довгими” деталями найбільш ефективно можна використовувати захватні пристрої другого і четвертого виконань.

**Висновки.** Для ефективного використання двозахватних промислових роботів у складі роботизованих комплексів необхідно використовувати відповідні захватні пристрої для роботи з певними деталями. Використання методу розстановки пріоритетів дає можливість за допомогою експертних оцінок встановлювати доцільність застосування того чи іншого виконання двозахватного пристрою.

## ЛІТЕРАТУРА

- В. А. Блюмберг, В. Ф. Глушенко. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов. – Л.: Лениздат, 1982. – 160с.
- Кузнецов Ю. М., Луців І. В., Дубиняк С. А. Теорія технічних систем. – К. – Т., 1998. – 310с.
- Павленко І. І., Мажара В. А. Роботизовані технологічні комплекси: Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 392 с.
- Павленко І. І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420с.
- Павленко І. І., Мажара В. А. Конструктивно-кінематична структура двозахватних пристроїв промислових роботів // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник

наукових праць. – Вип. 19 – Краматорськ – Київ,  
2006. – С. 104 – 109.